

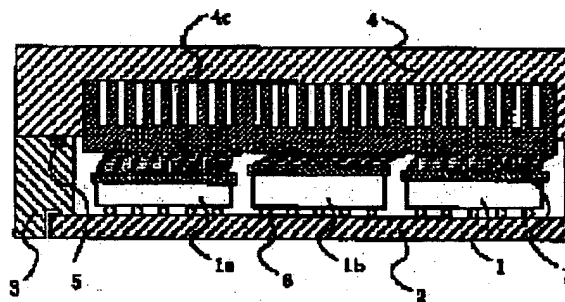
## COOLING STRUCTURE FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

**Patent number:** JP11121662  
**Publication date:** 1999-04-30  
**Inventor:** OSANAWA TAKASHI; OKADA RYOJI; TAGUCHI KEIJI; NAKAJIMA TADAKATSU  
**Applicant:** HITACHI LTD  
**Classification:**  
- **International:** H01L23/36  
- **European:**  
**Application number:** JP19970276870 19971009  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP11121662

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve heat dissipation characteristics by providing, between a plurality of semiconductor chips of different heights and a heat dissipation member, a heat-conductive member comprising a fin which contacts the heat dissipation member, for sure contact to a single heat dissipation member.

**SOLUTION:** Semiconductor chips 1a, 1b, and 1c are joined to the upper surface of a substrate 2 with a solder 6, and a heat-conductive member 7 is provided between the semiconductor chips 1a, 1b, and 1c and a heat dissipation member 4. Related to the heat-conductive member 7, a face facing the heat dissipation member 4 is provided with a cut, which is set up to form a fine fin 8. The fine fin 8, in bowed state, always contacts a surface of the heat dissipation member 4. Thus, when the semiconductor chips 1a, 1b, and 1c generate heat, it is transferred to a solder 10 and the heat-conductive member 7, and then to the heat dissipation member 4, so a low thermal resistance is realized. Since the heat-conductive member 7 is filled with a grease 9, still lower thermal resistance is realized.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-121662

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 23/36

H 0 1 L 23/36

D

Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-276870

(22) 出願日

平成 9 年 (1997) 10 月 9 日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 長縄 尚

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72) 発明者 岡田 亮二

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72) 発明者 田口 啓二

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

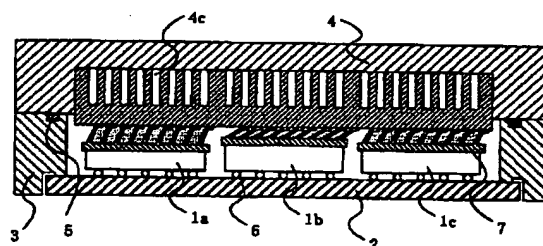
(54) 【発明の名称】 半導体装置の冷却構造

(57) 【要約】

【課題】 高さにばらつきのある半導体チップを単一の放熱部材に熱的に接続し、冷却する。

【解決手段】 高さの異なる複数の半導体チップと、これらの複数の半導体チップに対して共通の放熱部材 4 との間に、グリースを充填した微細フィン 6 を有する伝熱部材 2 を設置する。

図 1



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板に複数の半導体チップを搭載し、該半導体チップの熱を放熱部材から放熱する構造を有する半導体装置において、高さの異なる前記複数の半導体チップと、これら複数の半導体チップに対して共通の放熱部材との間に放熱部材に接触するフィンを有する伝熱部材を介して、半導体チップと放熱部材との間を接続したことを特徴とする半導体装置の冷却構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体チップ等を搭載した半導体装置の冷却構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来のマルチチップ型の半導体装置においては、複数の半導体チップを、1つの放熱部材に直接密着させて放熱するために、パッケージがハーメチックタイプである場合は、半導体チップと放熱部材との間にはんだで接合し、高い熱伝導率を図っている。またパッケージがノン・ハーメチックタイプである場合は、半導体チップと放熱部材との間に熱伝導性の良好な部材を挟み、接触部の熱抵抗を低下させている。

【0003】実際にマルチチップ型の半導体装置を製造する場合は、全ての半導体チップの高さにばらつきがあり、発熱する半導体チップの熱を放熱部材に伝えるため、いくつかの手段が報告されている。特開平7-245362号公報では高さのばらつきを吸収する弾性体を半導体チップと放熱部材との間に介在させている。特開平6-224334号公報では半導体チップに対向する放熱部材の面に段差や凹みを設けて、厚さが均一な接着剤により半導体チップを貼り付けている。

【0004】以上の構造は半導体チップの高さにばらつきがあっても、熱抵抗が低くなる有益な手段である。

【0005】しかしながら、半導体チップの高速化に伴って発熱量も大きくなってきたため、半導体装置を稼動するときに生じる各部品の熱変形の量が無視できなくなってきた。パワーをオンにした時、半導体チップが発熱し、その熱により各部品が膨張して、変形が生じる。また、パワーをオフにしたとき熱が下がることによって、各部品が収縮変形する。このパワーのオン・オフを繰り返すことによって、半導体チップに密着する伝熱部材、もしくは放熱部材の剛性が高い場合、半導体チップ、もしくは半導体チップと基板との接続部に、圧縮・引張の応力が生じ、長期間の稼動によって破壊する可能性がある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述のように組み立てた初期の状態、半導体チップの高さにばらつきがある場合は、最も高さが高い半導体チップは放熱部材と接触するが、それよりも高さが低い半導体チップは放熱部材との間で隙間が生じ、これにより著しく熱抵抗が増加す

2

るという問題が生じていた。

【0007】また、半導体チップが発熱した際、基板及びフレームが熱により膨張し、基板とフレームの熱膨張差による変形で、半導体チップと放熱部材との間に隙間が生じることがある。この場合も隙間に応じて熱抵抗が増加するという問題が生じていた。

【0008】一方、上記の隙間が空く場合とは逆に、半導体チップの発熱によって半導体チップと放熱部材とが接近する方向に変形する部位もある。この場合、半導体チップが放熱部材と基板との間で圧縮され、基板に半導体チップを接続しているはんだ部分に過大な圧縮応力が発生する。そのため、半導体装置のパワーオン・オフによって、はんだに繰り返し荷重が作用し、はんだ接続部が疲労により、破壊するという問題が生じていた。

【0009】本発明の目的は、全ての半導体チップの高さをそろえることなく、かつ、半導体装置のパワーのオンとオフの場合でも、半導体チップのはんだ接合部に過大な圧縮荷重を付与することなく、高さの異なる半導体チップを一括して、1つの放熱部材に確実に接触させて、放熱特性を良好にしたマルチチップ型の半導体装置を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、図1に示すように、基板2上に複数の半導体チップ1a、1b、1cを搭載し、該半導体チップの熱を放熱部材4により放熱する構造を有するマルチチップ型半導体装置において、高さの異なる前記複数の半導体チップ1a、1b、1cと、これらの複数の半導体チップに対して共通の放熱部材4との間にグリースを充填した伝熱部材7を設置することによって達成される。

【0011】本発明は、上記手段によって以下の作用を生じさせ、前記課題を解決するものである。熱伝導性に優れた金属で伝熱部材を構成し、該伝熱部材の放熱部材に対向する面に微細フィンを形成した。さらに微細フィンの隙間にグリースを充填した。伝熱部材は半導体チップに密着し、かつ、伝熱部材に形成した微細フィンは、しなった状態で常に放熱部材に接触している。微細フィンは、初期の半導体チップの高さのばらつきや、組み立て時に生じる変形を吸収し、半導体チップと放熱部材とを熱的に接続する。さらに微細フィンの隙間にグリースを充填して、放熱部材への伝熱特性をよくする。

## 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に従って説明する。

【0013】（実施例1）図1は、本発明のマルチチップ型の半導体装置であり、パッケージの構造を示す断面図である。高さの異なる複数の半導体チップ1a、1b、1cをセラミック等の基板2の上面に搭載し、基板2の上面の周囲にフレーム3を配置して、フレーム3と放熱部材4とをOリング5を介してネジ等で締め付け

3

て、気密式のパッケージとしたものである。

【0014】図2は、図1の構造を詳細に示す拡大断面図である。半導体チップ1a、1b、1c（図2ではひとつの半導体チップ1のみを表示）は基板2の上面にはんだ6によって接合され、半導体チップ1a、1b、1cと放熱部材4との間に伝熱部材7が設置されている。

【0015】伝熱部材7は熱伝導が良好で加工性に優れた金属、例えばアルミニウムで形成され、放熱部材4に對向する面に切り込みがあり、これを起こして微細フィン8を形成している。微細フィン8は、しなった状態で、放熱部材4の面に常に接触している。該微細フィン8の隙間には、熱伝導性のよいグリース9が充填されている。

【0016】上記のような構成により、複数の半導体チップ1a、1b、1cの高さがばらばらな場合でも、微細フィン8のしなりにより、常に放熱部材4に接触した状態にある。さらに、微細フィン8の隙間には、グリース9が充填されているため、伝熱効率がよくなっている。

【0017】本実施例における半導体装置の製造プロセスを図2を用いて説明する。まず、基板2に融点の高いはんだ6で、半導体チップ1を接合する。この接合は、半導体チップ1及びはんだ6を所定の位置に配置し、はんだ6が熔融する温度を加えた後、冷却して行う。

【0018】次に、はんだ6よりも融点の低いはんだ10で、基板2とフレーム3を、半導体チップ1と伝熱部材7を接合する。この接合は、それぞれ所定の位置に設置して、はんだ10が熔融する程度の温度を加え、冷却する。その後、伝熱部材7に形成した微細フィン8の隙間に熱伝導性がよく、かつ、粘性のあるグリース9を充填する。なお伝熱部材7の微細フィン8は、カッターで切り込みを入れ、その部位を起こすことにより形成される。

【0019】放熱部材4は放熱フィン4aと、これと接合して流路4cを形成するキャップ4bからなる。本実施例における放熱フィン4aとキャップ4bの材質は、熱伝導が良好で加工性に優れた銅である。放熱フィン4aとキャップ4bとの接合ははんだ6で行う。この接合は、はんだ6を放熱フィン4aとキャップ4bとの間の所定の位置に配置し、はんだ6が熔融する温度を加えた後、冷却して行う。

【0020】最後に放熱部材4をOリング5を介してフレーム3にネジで締結して（ネジによる締結は図示せず）、気密式のパッケージ構造とする。

【0021】以上のようなパッケージ構造にすることにより、図1のように半導体チップ1a、1b、1cの高さにばらつきがある場合でも、半導体チップ1a、1b、1cにそれぞれ接続している伝熱部材7は放熱部材4に接触しているため、常に熱的に接続されていることになる。

4

【0022】半導体チップ1a、1b、1cが発熱した際は、はんだ10及び伝熱部材7に熱が伝わり、放熱部材4へ熱が伝導されることにより、低い熱抵抗を実現することができる。また、伝熱部材7にグリース9を充填していることにより、より低い熱抵抗を実現している。

【0023】図3は本発明の半導体装置の一部を切り欠いた鳥瞰図である。放熱部材4は流路4c、冷却水入口4d及び冷却水出口4eを有している。冷却水入口4dに流入した冷却水が、流路4cを通して冷却水出口4eから流出することにより、放熱部材4は常に冷却され、半導体チップの冷却特性を高めている。

【0024】（実施例2）本発明の半導体装置を組み立てる際に生じる変形を、図4から図6までを用いて説明する。

【0025】図4ははんだ10で基板2にフレーム3を接合するため、はんだ10が熔融する程度の熱を全体に加えた状態を示す断面図である。なお、基板2に半導体チップ1a、1b、1cを接続しているはんだ6の融点は、はんだ10よりも高いため、はんだ10が熔融する温度で、はんだ6が熔融することはない。図4ははんだ10が熔融する温度で、各々の部材が熱により膨張して変形した状態を示している。これを冷却することによりはんだ10が凝固し、フレーム3が基板2に接合される。この冷却する場合に、各々の部材、特に、基板2とフレーム3の熱膨張率の違いにより、変形が生じる。以下にその例を記す。

【0026】図5は、図4の状態から冷却し、基板2にフレーム3を接合した断面図である。ただし、フレーム3は基板2よりも大きな熱膨張率の材質で構成されている。したがって、加熱したことにより、フレーム3の方が多く膨張した分、冷却によって収縮しようとする。その結果、フレーム3が基板2に接合されている部位を基準にして、内側に倒れ込むように変形し、基板2もこれに追従して、凹形状に変形する。

【0027】図6は、図4の状態から冷却し、基板2にフレーム3を接合した断面図である。ただし、フレーム3は基板2よりも小さな熱膨張率の材質で構成されている。したがって、加熱したことにより、基板2の方がより多く膨張した分、冷却によって収縮しようとする。その結果、フレーム3が基板2に接合されている部位を基準にして、外側に倒れ込むように変形し、基板2もこれに追従して、凸形状に変形する。

【0028】以上のように、フレーム3の熱膨張率が基板2よりも大きい場合、基板2は凹形状に変形し、フレーム3の熱膨張率が基板2よりも小さい場合、基板2は凸形状に変形する。

【0029】本発明の半導体装置では、これらの変形が生じていても、熱を効率よく放熱部材4に伝えることができる。この構造を、図7及び図8を用いて説明する。

【0030】図7は、フレーム3を接合した基板2が凹

10

20

30

40

50

5

形状に変形した状態（図5）で、放熱部材4をネジで締結した断面図である（ネジによる締結は図示せず）。また図8は、フレーム3を接合した基板2が凸形状に変形した状態（図6）で、放熱部材4をネジで締結した断面図である。

【0031】図7及び図8においてフレーム3よりも放熱部材4のほうが剛性が高いため、放熱部材4に倣ってフレーム3が変形する。フレーム3を基板2に接合したときに生じていた基板2の変形は、放熱部材4をフレームに締結したことによって小さくなるが、図7の場合で凹形状、図8の場合で凸形状の変形が残留している。

【0032】図7のように基板2が凹形状に変形している場合、半導体チップと放熱部材4との距離は、中央部に配置の半導体チップ1bが離れ、周辺部に配置の半導体チップ1a、1cが近づく。逆に、基板2が凸形状に変形している場合、半導体チップと放熱部材4との距離は、周辺部に配置の半導体チップ1a、1cが離れ、中央部に配置の半導体チップ1bが近づく。どちらの変形の状態になっても、本発明の構造の場合、伝熱部材7の微細フィン8が、常にしなった状態で放熱部材4に接している。

【0033】したがって、本実施例では、組み立てた状態で変形が生じていても、伝熱部材7を介して、半導体チップ1a、1b、1cと放熱部材4とを熱的に接続している。

【0034】これにより、すべての半導体チップ1a、1b、1cにおいて発熱した熱は、グリース9を充填した伝熱部材7に伝わり、放熱部材4へと熱を伝導し、低熱抵抗が実現する。また、グリース9の代替として、熱伝導性がよく、かつ、粘性のあるゲルまたはオイルまたはワックスでもよい。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、組み立てたときの初期の半導体チップの高さのばらつきがあっても、半導体チ

6

\*チップの熱を効率よく放熱部材に伝えることができる。

【0036】さらに、発熱と放熱の繰り返しによって、基板とフレームが変形し、半導体チップと放熱部材との隙間が変化しても、半導体チップの熱を効率よく放熱部材に伝えることができる。また、半導体チップの発熱によって変化する隙間を、伝熱部材が吸収するため、基板と半導体チップとの接合部に負荷される力を低減させることができ、発熱と放熱の繰り返しによる接合部位へ与えるダメージが少なく、はんだがクリープ破壊することはない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す高さの異なる半導体チップを実装した半導体装置の断面図。

【図2】本発明の一実施例を示す半導体チップ実装部の拡大断面図。

【図3】本発明の一実施例を示す一部切り欠いた半導体装置の鳥瞰図。

【図4】本発明の一実施例を示す熱を加えて基板とフレームを接合した時の半導体装置の断面図。

【図5】本発明の一実施例を示す基板とフレームを接合した後に生じる変形を示す半導体装置の断面図。

【図6】本発明の一実施例を示す基板とフレームを接合した後に生じる変形を示す半導体装置の断面図。

【図7】本発明の一実施例を示す半導体装置を組み立てた後の変形を示す断面図。

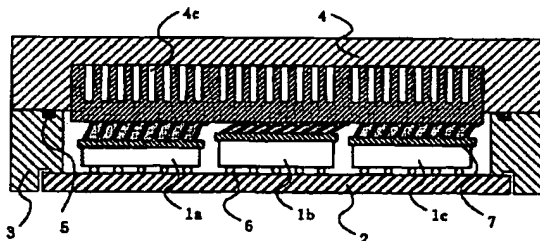
【図8】本発明の一実施例を示す半導体装置を組み立てた後の変形を示す断面図。

【符号の説明】

1、1a、1b、1c…半導体チップ、2…基板、3…フレーム、4…放熱部材、4a…放熱フィン、4b…キャップ、4c…流路、4d…冷却水入口、4e…冷却水出口、5…Oリング、6…はんだ、7…伝熱部材、8…微細フィン、9…グリース、10…はんだ。

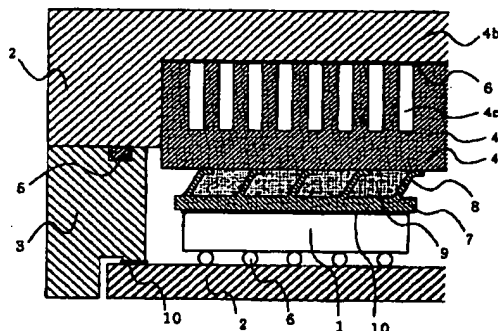
【図1】

図1



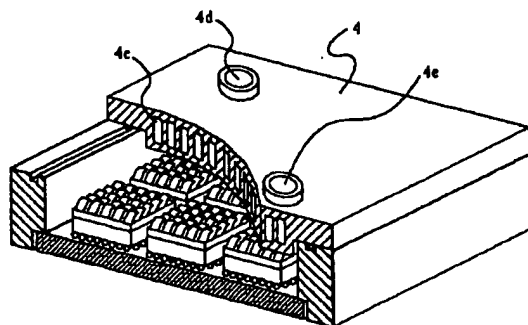
【図2】

図2



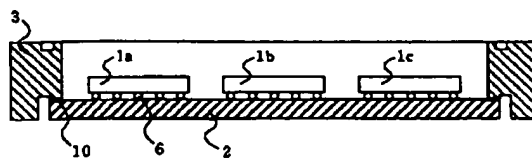
【図3】

図3



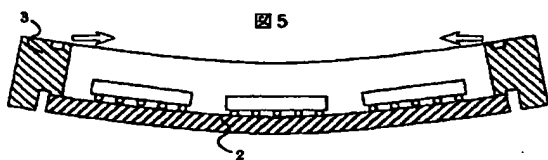
【図4】

図4



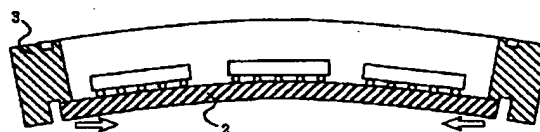
【図5】

図5



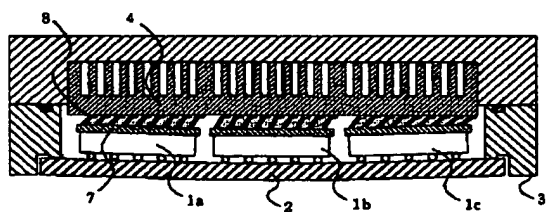
【図6】

図6



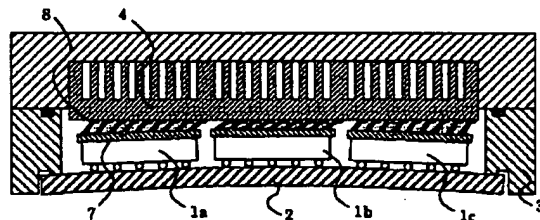
【図7】

図7



【図8】

図8



フロントページの続き

(72)発明者 中島 忠克  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内